



## Akurasi Pendeteksian Berdasarkan Parameter Jarak, Jumlah Obyek dan Kekeruhan Air pada Obyek Bergerak Jentik Nyamuk

Aan Febriansyah<sup>1</sup>, Surojo<sup>2</sup>, Rafif Tri Pangestu<sup>3</sup>, Savira Karimah<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : aan9277@gmail.com

Received: 19 November 2024; Received in revised form: 26 November 2024; Accepted: 20 Desember 2024

### Abstract

A system for detecting the presence of mosquito larvae can be used as a solution to find out whether the air reservoir is healthy or not. This mosquito larva detection system uses several measuring parameters, including the distance between the object of the mosquito larva and the camera, air turbidity/light conditions, and the number of mosquito larvae in the air protector. From the results of tests carried out on the detection distance parameters, the results showed that the system could detect the presence of mosquito larvae within a distance of 5-15 cm in clear air/bright light conditions with a detection success rate above 80%. In the same test, but with cloudy air/dark light conditions, detection went well but a detection error occurred at a distance of 15 cm, namely the system detected objects other than mosquito larvae as mosquito larvae. This is due to several factors, including the lack of variation in the dataset, the detection system is carried out in real-time (in the form of video capture) and the camera specifications used do not meet the minimum value required by the computing system.

**Keywords:** Mosquito Larvae, Deep Learning, Detection, Training

### Abstrak

Sistem pendeteksian keberadaan jentik nyamuk dapat dijadikan salah satu solusi untuk mengetahui apakah wadah penampungan air tersebut sehat atau tidak. Sistem pendeteksian jentik nyamuk ini menggunakan beberapa parameter ukur, antara lain jarak obyek jentik nyamuk dengan kamera, kondisi kekeruhan air/kondisi cahaya, dan jumlah jentik nyamuk yang ada pada penampungan air tersebut. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada parameter jarak pendeteksian didapatkan hasil bahwa sistem dapat mendeteksi keberadaan jentik nyamuk dalam rentang jarak 5-15 cm dengan kondisi air jernih/cahaya terang dengan tingkat keberhasilan deteksi di atas 80%. Pada pengujian yang sama, namun dengan kondisi air keruh/cahaya gelap, pendeteksian berjalan dengan baik namun terjadi kesalahan deteksi pada jarak 15cm yaitu sistem mendeteksi obyek selain jentik nyamuk sebagai jentik nyamuk. Hal ini disebabkan beberapa faktor, antara lain minimnya variasi dataset, sistem pendeteksian yang dilakukan secara real-time (berupa video capture) dan spesifikasi kamera yang digunakan belum mencukupi nilai minimum yang disyaratkan oleh sistem komputasi.

**Kata kunci:** Jentik Nyamuk, Deep Learning, Pendeteksian, Training

### 1. PENDAHULUAN

Kejadian penyakit yang penularannya dibawa oleh vector nyamuk tersebut, disebabkan oleh tingginya kepadatan vektor nyamuk khususnya di Indonesia. Nyamuk (*Diptera: Culicidae*) merupakan vektor beberapa penyakit baik pada hewan maupun manusia. Banyak penyakit pada hewan dan manusia dalam penularannya mutlak memerlukan peran nyamuk sebagai vektor dari agen penyakitnya. Pada manusia, nyamuk *Anopheles* berperan sebagai vektor penyakit malaria, sedangkan *Culex* sebagai vektor *Japanese encephalitis*, *Aedes aegypti* sebagai vektor penyakit demam berdarah dengue, serta beberapa genus nyamuk yaitu *Culex*, *Aedes*, dan *Anopheles* dapat juga menjadi vektor penyakit filariasis [1]. Siklus

hidup nyamuk *Aedes sp.* adalah telur yang akan menetas dalam 1-2 hari setelah terendam air, selanjutnya stadium jentik yang berlangsung dalam 5-15 hari, diikuti stadium pupa selama 2 hari yang akhirnya menjadi dewasa dan siklus akan berulang kembali. Perlu waktu 9 hari lamanya bagi nyamuk *Aedes sp.* untuk melakukan perkembangbiakan dari telur menjadi dewasa [2].

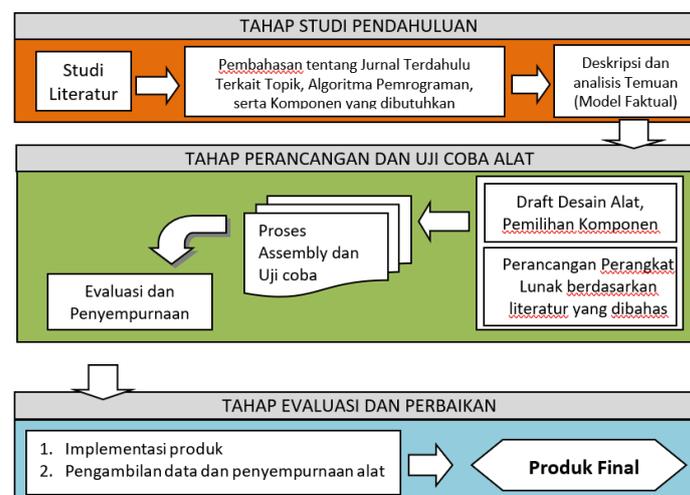
Berdasarkan kajian dari Kementerian Kesehatan RI, KLB DBD di Indonesia diakibatkan oleh beragam faktor, antara lain lemahnya sistem kewaspadaan dini sehingga penanganan dan pengobatan kasus sebagai intervensi belum dilakukan sebagaimana mestinya. Selain itu, kemudahan alat transportasi memungkinkan pergerakan/perpindahan alat angkut, penumpang, bahan/barang, dan alat dari satu wilayah ke wilayah lain yang merupakan daerah endemik. Kondisi tersebut didukung dengan masih rendahnya kesadaran masyarakat akan paradigma hidup sehat dan kesadaran pada kondisi lingkungan sekitar sebagai faktor risiko penyebaran penyakit [3].

Dengan banyaknya tempat persebaran jentik nyamuk yang sulit dijangkau seperti tangki air dan tempat penampungan lainnya, maka dari itu diperlukan sebuah inovasi untuk membuat suatu pengembangan yaitu adanya sebuah alat yang dapat membantu mendeteksi jentik nyamuk dengan image processing scanning dalam penampungan air secara realtime [4]. Selain itu, untuk menentukan sifat-sifat tempat berkembang biak yang potensial bagi nyamuk dengan memperoleh skor kebugaran spesifik spesies larva nyamuk menggunakan metode algoritma genetika [5]. Dari kondisi tersebut, dibutuhkan suatu sistem deteksi jentik nyamuk yang dapat mendeteksi jentik nyamuk di dalam air dengan menggunakan metode *image processing*. *Image processing* atau biasanya disebut dengan pengolahan citra merupakan suatu metode untuk mengolah citra yang mengubah citra masukan menjadi citra berbeda untuk menghasilkan output yang memiliki kualitas lebih tinggi daripada kualitas citra masukan [6]. Salah satu cara yang sering digunakan untuk memanfaatkan sistem image processing ini biasanya digunakan dalam *Deep Learning*.

Dimana dengan digunakannya sistem *image processing* ini dimaksudkan agar dapat membantu manusia untuk melakukan pengklasifikasian dan melakukan pendeteksian suatu objek dengan lebih efisien seperti lebih cepat, lebih tepat dan dapat melakukan pemrosesan data dalam jumlah banyak sekaligus [7]. *Deep learning* adalah bagian dari metode sistem pembelajaran yang berdasarkan *artificial neural network*. Pembelajaran ini dapat bersifat *supervised*, *non-supervised* atau *semi-supervised* [8]. Saat ini, arsitektur *Deep Neural Network* (DNN) bersama dengan algoritma *Deep learning* berhasil digunakan di beberapa bidang. Khususnya di bidang medis, teknologi ini memungkinkan deteksi dini dan/atau tepat waktu terhadap beberapa penyakit sebagai sistem diagnosis otomatis dengan bantuan komputer [9]. Dengan beberapa metode dan teknologi tersebut, diharapkan dapat membantu menyelesaikan permasalahan pendeteksian objek bergerak jentik nyamuk dengan baik.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian dan pengembangan, dengan langkah-langkah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema Tahap-Tahap Penelitian

Metode penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

**Tahap Studi Pendahuluan;** merupakan tahap pra-survey (tahap awal), dimana kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- (a) Study Literatur, yaitu menggali informasi penting dari penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan tema penelitian yang akan dilakukan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Izzul Azri Bin Zainol Azman and Aliza Binti Sarlan yang berjudul *Aedes Larvae Classification and Detection (ALCD) System by Using Deep Learning*. Dimana pada penelitian ini sistem pendeteksian jentik nyamuk sudah dapat melakukan pengklasifikasian jentik nyamuk yang dideteksinya dengan menggunakan sistem deep learning menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dan sebuah aplikasi [10].

Penelitian berikutnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Aswin Surya, dkk yang berjudul *A Mosquito is Worth 16x16 Larvae: Evaluation of Deep Learning Architectures for Mosquito Larvae Classification*. Penelitian tersebut menggunakan sistem algoritma *Deep Learning*. Penelitian tersebut juga menggunakan beberapa model algoritma seperti model *ConvNeXT* dan *CvT-13*. Dari model algoritma yang diuji didapatkan bahwa model *ConvNeXT* mendapat nilai akurasi deteksi terbesar yaitu 65.63% dengan ke presisian deteksi sebesar 63.86% [11].

Penelitian lain yaitu penelitian yang dilakukan oleh Meer Shadman dkk yang berjudul *Detection of Mosquito Larvae Using Convolutional Neural Network*. Pada penelitian ini, sistem yang digunakan untuk melakukan pendeteksian jentik nyamuk adalah menggunakan metode *CNN (Convolutional Neural Network)*. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil tingkat akurasi deteksi sebesar 86%. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa objek yang dideteksi berupa sample foto jentik nyamuk dan tidak dilakukan pengambilan gambar obyek secara real-time [12].

Lalu dalam penelitian yang dilakukan oleh Gia Eka Negara dkk yang berjudul *Co-Jec (Counting Object) Jentik Nyamuk Aedes Aegypti* menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital. Pada penelitian ini sistem pendeteksian dibuat untuk melakukan penghitungan jumlah jentik nyamuk yang terdeteksi dengan persentase kesalahan penghitungan jentik nyamuk sebesar <5% [13].

Penelitian berikutnya yang menjadi acuan adalah penelitian yang berjudul *Mobile sensing in Aedes Aegypti Larva Detection with Biological Feature Extraction*. Pada penelitian ini terdapat pengklasifikasian jentik nyamuk dengan menggunakan 2 kelas yaitu larva nyamuk *Aedes* dan larva nyamuk *Culex*. Penelitian yang dilakukan oleh Dia Bitari dkk ini menggunakan sistem pendeteksian jentik nyamuk dengan metode *optical flow*, yaitu metode yang digunakan berupa sample video dan didapatkan tingkat akurasi deteksi sebesar 84% dari sample video tersebut [14].

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Aqil Mohd Fuad dkk dengan judul *Detection of Aedes Aegypti Larvae Using Single Shot Multibox Detector with Transfer Learning* menampilkan sebuah penemuan yang berbeda dari beberapa penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini, peneliti menggunakan sistem metode pendeteksian jentik nyamuk dengan memanfaatkan sebuah metode *Deep Learning* yang bernama *Single Shoot-multibox Detector (SSD)*. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode SSD ini memiliki akurasi deteksi sebesar 80% untuk mendeteksi jentik nyamuk [15].

- (b) Mengkaji hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan erat dengan tema penelitian.

Dari penggalan informasi pada beberapa penelitian terdahulu, maka dipilihlah pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan algoritma algoritma *deep learning*, dimana beberapa penelitian terdahulu juga sudah menggunakan algoritma jenis ini, dengan tetap melakukan beberapa inovasi dan improvisasi yang diperlukan.

- (c) Melakukan studi lapangan untuk mengetahui gambaran umum berkaitan dengan strategi perancangan sistem kontrol, komponen dan peralatan pendukung yang digunakan, serta ruang lingkup kajian dan capaian untuk penelitian ini.

**Tahap Studi Perancangan Dan Uji Coba Alat,** kegiatan yang dilakukan pada tahap kedua ini adalah meliputi:

- (a) Perencanaan alat penelitian, seperti: perancangan dimensi alat agar aman dan nyaman dipakai oleh konsumen dan pemilihan bahan/komponen. Alat yang digunakan antara lain: kamera sebagai pengambil data gambar, komputer sebagai pemroses data citra, dan akuarium sebagai media uji coba untuk meletakkan objek jentik nyamuk.

- (b) Uji coba awal terhadap fungsi komponen hardware. Uji coba terhadap kamera dan akuarium, apakah sudah memenuhi kriteria untuk melakukan penelitian ini.
- (c) Pemilihan perangkat lunak/software yang digunakan. Melakukan uji coba terhadap spesifikasi komputer agar dapat melakukan tahap-tahap pengolahan gambar, antara lain proses pengambilan dataset menggunakan kamera, proses resize pada dataset, upload dataset untuk dilakukan anotasi dataset pada website roboflow, sampai ke proses program training pada dataset.

**Tahap Evaluasi dan Perbaikan**, pada tahap ini dilakukan:

- (a) Implementasi alat di lapangan menggunakan sampel jentik nyamuk yang diletakkan di dalam akuarium. Jumlah jentik nyamuk bervariasi, agar diperoleh hasil yang maksimal.
- (b) Pengambilan data; dan
- (c) Perbaikan untuk mencapai target produk final. Target capaian pada penelitian ini mencakup beberapa luaran. Pada proses ini tahap-tahap pengujiannya antara lain:
  - Melakukan pengecekan apakah program dapat melakukan capture gambar secara realtime pada objek yang akan diuji cobakan.
  - Memastikan bahwa objek telah berhasil di capture, dan siap untuk diproses selanjutnya.
  - Melakukan pengujian akurasi deteksi dan pesan peringatan telah muncul pada aplikasi dengan waktu dan tanggal yang sama saat proses pengujian dilakukan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

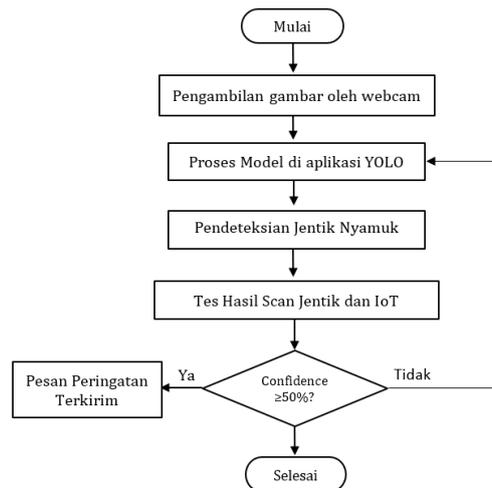
Hasil yang ditargetkan dan yang telah dicapai dalam penelitian ini adalah berupa terbangunnya sistem Pendeteksian Berdasarkan Parameter Jarak, Jumlah Obyek dan Kekeruhan Air pada Obyek Bergerak Jentik Nyamuk dengan tingkat ketepatan ukur yang tinggi dan kemudahan dalam penggunaannya.

#### 3.1. Hasil Perancangan Alat

Perancangan Alat terdiri atas perancangan perangkat lunak, perangkat pendukungnya, biaya penelitian dan perancangan dimensi alat agar aman dan nyaman digunakan saat proses penelitian, khususnya pemilihan kamera dan jentik nyamuk yang diletakkan di dalam sebuah akuarium. Proses kerja penelitian ini meliputi beberapa tahap, antara lain:

- *Image Processing*, untuk melakukan pengklasifikasian dan melakukan pendeteksian suatu objek dengan lebih efisien seperti lebih cepat.
- *Machine Learning*, salah satu bagian dari kecerdasan buatan yang dapat didefinisikan sebagai sebuah aplikasi komputer yang mengadopsi pembelajaran yang berasal dari data-data yang telah diberikan sehingga dapat menghasilkan prediksi dari data-data yang telah diberikan.
- *Deep Learning*, merupakan pengembangan dari neural network multiple layer yang digunakan untuk memberikan ketepatan dalam melakukan sebuah tugas seperti untuk melakukan pendeteksian objek, mengenali suara, melakukan penerjemahan bahasa dan lainnya.
- *Convolutional Neural Network*, sebuah *Deep Learning* yang di kembangkan dari *Multilayer Perceptron* (MLP) yang dibuat untuk mengolah citra dua dimensi.
- *You Only Look Once* (YOLO), salah satu dari beberapa arsitektur dalam *Deep Learning* yang berfokus dalam *Object Recognition* atau biasanya dikenal dengan pengenalan obyek yang memanfaatkan sebuah metode yaitu *bounding boxes*.
- *Python*, bahasa pemrograman yang digunakan pada perangkat lunak, web dan *machine learning* untuk mendukung penelitian ini.
- *OpenCV* (*Open Computer Vision*), merupakan sebuah *library* yang memiliki tujuan untuk melakukan pengolahan pada citra, yang nanti akan diolah menjadi objek pada penelitian ini.
- *Roboflow*, sebuah website yang digunakan untuk membantu seorang *AI engineer* dalam memproses sebuah dataset yang digunakan pada sebuah proyek *computer vision*. Sehingga peneliti sangat terbantu dalam pembuatan perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini.

Secara garis besar sistem kerja penelitian terlihat seperti Gambar 2.

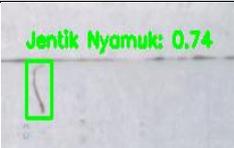
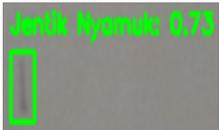
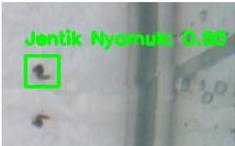
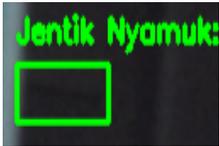


Gambar 2. Flowchart Sistem Kerja Penelitian

### 3.2. Hasil Pengujian Sistem Pendeteksian

Dalam pengujian sistem pendeteksian ini dilakukan percobaan pendeteksian dengan menggunakan uji sample deteksi secara realtime pada obyek berupa jentik nyamuk dengan parameter rentang jarak obyek dan kamera yang berbeda yaitu pada jarak 5 cm dan 15 cm, lalu menggunakan pendeteksian dengan sampel jumlah jentik yang berbeda yaitu 1 jentik dan 5 jentik. Selain itu, dilakukan juga percobaan pendeteksian dengan kondisi kejernihan air yang berbeda (jernih/terang dan keruh/gelap) serta menggunakan beberapa objek gangguan yang mungkin terdapat dalam penampungan air.

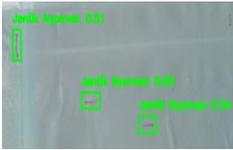
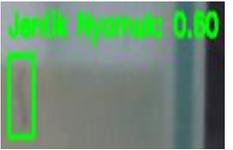
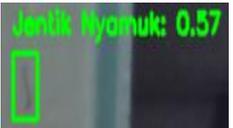
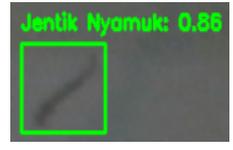
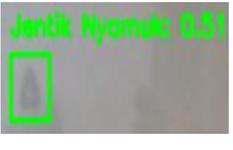
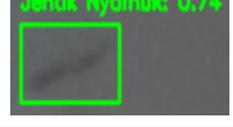
Tabel 1. Pendeteksian Sampel 1 Jentik Nyamuk pada Kadar Air dan Variasi Jarak Obyek dan Kamera

| Perc Ke- | Kondisi Air Jernih/Cahaya Terang  |   | Kondisi Air Keruh/Cahaya Gelap   |   |
|----------|---|---|--|---|
|          | Hasil Pendeteksian Jarak 5 cm   | Hasil Pendeteksian Jarak 15 cm  | Hasil Pendeteksian Jarak 5 cm  | Hasil Pendeteksian Jarak 15 cm  |
| 1        |  |  |  |  |
| 2        |  |  |  |  |
| 3        |  |  |  |  |
| 4        |  |  |  |  |
| 5        |  |  |  |  |

Akurasi Pendeteksian Berdasarkan Parameter Jarak, Jumlah Obyek dan Kekeruhan Air pada Obyek Bergerak Jentik Nyamuk (Aan Febriansyah)

Tabel 1 menunjukkan bahwa setelah dilakukan lima kali pengujian pada 1 jentik nyamuk dengan rentang jarak deteksi antara kamera dan posisi jentik nyamuk berada pada 5 cm dan 15 cm pada intensitas cahaya terang dan kadar air jernih didapatkan hasil bahwa sistem dapat mendeteksi obyek 1 jentik nyamuk dengan baik. Namun pada kondisi air keruh/intensitas cahaya gelap, pada percobaan ke-5, jentik nyamuk tidak terdeteksi pada jarak 15 cm.

Tabel 2. Pendeteksian Sampel >1 Jentik Nyamuk pada Kadar Air dan Variasi Jarak Obyek dan Kamera

| Perc Ke- | Kondisi Air Jernih/Cahaya Terang  |   | Kondisi Air Keruh/Cahaya Gelap   |   |
|----------|---|---|--|---|
|          | Hasil Pendeteksian Jarak 5 cm   | Hasil Pendeteksian Jarak 15 cm  | Hasil Pendeteksian Jarak 5 cm  | Hasil Pendeteksian Jarak 15 cm  |
| 1        |    |    |    |    |
| 2        |    |    |    |    |
| 3        |   |   |   |   |
| 4        |  |  |  |  |
| 5        |  |  |  |  |

Tabel 2 menunjukkan bahwa setelah dilakukan lima kali pengujian pada lebih dari 1 jentik nyamuk dengan rentang jarak deteksi antara kamera dan posisi jentik nyamuk berada pada 5 cm dan 15 cm pada intensitas cahaya terang dan kadar air jernih, didapatkan hasil bahwa sistem dapat mendeteksi obyek jentik nyamuk dengan baik, walaupun tidak semua jentik terdeteksi (rata-rata 2-3 jentik terdeteksi). Namun pada kondisi air keruh/intensitas cahaya gelap, pada percobaan ke-5, jentik nyamuk tidak terdeteksi pada jarak 15 cm.

Berdasarkan hasil uji coba pendeteksian pada tabel 1 dan tabel 2, dapat diambil kesimpulan bahwa sistem pendeteksian dapat mendeteksi jentik nyamuk dalam berbagai kondisi air (jernih dan keruh), jarak dan dengan intensitas cahaya yang cukup. Pendeteksian jentik masih dapat melakukan pendeteksian dengan baik pada kondisi air yang jernih dan memiliki intensitas cahaya yang cukup. Dalam hasil pengujian yang telah dilakukan di dapatkan kondisi pendeteksian jentik nyamuk dengan intensitas cahaya terang dan kadar air jernih memiliki hasil pendeteksian paling baik. Namun pada uji coba dengan kondisi air yang keruh dan memiliki intensitas cahaya yang gelap, maka sistem pendeteksian mengalami kesulitan dalam melakukan pendeteksian dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendeteksi apakah objek tersebut jentik nyamuk atau bukan. Hal ini disebabkan karena objek menjadi sulit terlihat dan kurangnya dataset pada kondisi tersebut sehingga sulit untuk mendeteksi jentik nyamuk pada kondisi tersebut. Meskipun kesulitan dan membutuhkan waktu yang lebih lama, alat ini masih dapat melakukan pendeteksian jentik nyamuk dengan benar.

#### 4. SIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pengujian, dan analisa terhadap seluruh rangkaian kegiatan penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Sistem pendeteksian dapat mendeteksi jentik nyamuk dalam berbagai kondisi air, jarak dan dengan intensitas cahaya yang cukup. Dimana pada hasil uji coba pendeteksian sistem masih dapat melakukan pendeteksian jentik nyamuk dengan kondisi air yang jernih dan kondisi cahaya terang. Namun pada uji coba dengan kondisi air yang keruh dan kondisi cahaya gelap sistem pendeteksian mengalami kesulitan dalam melakukan pendeteksian dan membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendeteksi apakah objek tersebut jentik nyamuk atau bukan. Persentase tingkat keberhasilan pendeteksian berada pada nilai 80% dengan jumlah 5 kali percobaan pada setiap kondisi.
2. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi akurasi pendeteksian, antara lain jumlah dan variasi dataset. Selain itu, proses pendeteksian dilakukan secara real-time/berupa video memungkinkan terjadi ketidakakuratan saat pengambilan gambar obyek (proses *capturing*). Obyek ter-*capture* hanya sebagian atau tidak ter-*capture* sama sekali. Faktor lain yang mempengaruhi akurasi pendeteksian adalah proses *anotasi dataset* yang dilakukan, dimana saat proses *anotasi dataset* pembuatan *bounding boxes* yang terlalu besar sehingga menyebabkan bagian background pada objek dianggap sebagai objek deteksi. Kemudian, faktor *overfitting* saat proses *training data* menjadi salah satu penyebabnya. Hal ini dapat terjadi karena saat proses *training dataset* model berusaha untuk mempelajari detail keseluruhan pada gambar yang telah melalui proses anotasi sebelumnya, akan tetapi model kesulitan dan tidak dapat mempelajari detail pada gambar tersebut sehingga saat sistem pendeteksian dijalankan untuk melakukan pendeteksian secara *real-time* menjadi kurang baik. Faktor tingkat fokus pada dataset juga dapat menyebabkan *overfitting* saat melakukan proses training, hal ini disebabkan saat dataset yang digunakan tidak fokus atau blur maka model akan sulit mempelajari detail pada gambar sehingga menurunkan performa saat proses training dan menyebabkan *overfitting*.
3. Faktor eksternal yang dapat mempengaruhi akurasi pendeteksian jentik nyamuk ini adalah jarak kamera ke akuarium tempat jentik nyamuk ditempatkan, intensitas cahaya pada akuarium dan kondisi air yang terdapat pada akuarium. Sistem pendeteksian dapat mendeteksi jentik nyamuk dengan jarak yang digunakan dalam penelitian, lalu intensitas cahaya yang cukup serta dengan berbagai kondisi air yang digunakan dalam penelitian.
4. Faktor terakhir yang dapat mempengaruhi sistem pendeteksian ini adalah faktor dari spesifikasi komputer atau laptop dan jenis kamera atau webcam yang digunakan. Komputer atau laptop yang digunakan haruslah memiliki spesifikasi yang mampu mengolah data dengan baik sehingga saat melakukan proses training dan menjalankan program pendeteksian dapat berjalan dengan baik. Selain itu, spesifikasi teknis kamera atau webcam dengan fitur auto focus hingga resolusi pixel yang baik juga sangat mempengaruhi saat proses pendeteksian jentik nyamuk.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Harfriani, "Efektivitas Larvasida Ekstrak Daun Sirsak Dalam Membunuh Jentik Nyamuk," *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 7, no. 2, pp. 164-169, 2012.
- [2] K. A. Sugeng Hariyadi, "Pemantauan Jentik Nyamuk Demam Berdarah Dengue Dalam Pandangan Medis dan Retorika Syariat (Potret KKN di Desa Bangetayu Kulon Kota Semarang)," *BudAI: Multidisciplinary Journal of Islamic Studies*, vol. 1, no. 2, pp. 79-87, 2022.
- [3] R. Ardina, Nurhalina, Suratno, D. Purbayanti, F. Sartika and Agus, "Survei Jentik Nyamuk Aedes Aegypti Di Perumahan Wilayah Kerja Puskesmas Menteng Kota Palangka Raya," *PengabdianMu*, vol. 3, no. 1, pp. 55-61, 2018.
- [4] R. T. Pangestu, S. Karimah, A. Febriansyah and Irwan, "Implementasi Metode YOLOv5 Pada Sistem Pendeteksi Jentik Nyamuk Berbasis IoT," *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, vol. 2, no. 2, 2024.
- [5] F. Akbar and M. D. Iskandar, "Optimasi Klasifikasi Jentik Nyamuk Pada Citra Digital Menggunakan Algoritma Genetika Dan Augmentasi," *Jurnal Widya*, vol. 3, no. 2, pp. 156-168, 2022.
- [6] M. Z. H. Mulyawan, "Identifikasi dan Tracking Objek Berbasis Image Processing Secara Real Time," *Jurnal Telekomunikasi Poleteknik Elektronika Negeri Surabaya*, p. 1-15, 2020.

- 
- [7] M. Febian Fitra and R. Naim, "Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network," *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 1, no. 2, pp. 104-108, 2019.
- [8] S. A. Asmai et al., "Mosquito Larvae Detection using Deep Learning," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 8, no. 12, p. 804-809, 2019.
- [9] A. A. Jalife et al., "Aedes Mosquito Detection In Its Larval Stage Using Deep Neural Networks," *Elsevier B.V.*, vol. 189, 2020.
- [10] Z. A. Muhammad Izzul Azri Bin and S. Aliza Binti, "Aedes Larvae Classification and Detection (ALCD) System by Using Deep Learning," in *Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.*, Malaysia, 2020.
- [11] A. Surya, D. B. Peral, A. VanLoon and A. Rajesh, "A Mosquito is Worth 16x16 Larvae: Evaluation of Deep Learning Architectures for Mosquito Larvae Classification," in *arXiv:2209.07718*, United States, 2022.
- [12] M. S. Saeed, S. F. Nazreen, S. S. S. A. Ullah, Z. F. Rinku and M. A. Rahman, "Detection of Mosquito Larvae Using Convolutional Neural Network," in *2021 2nd International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques (ICREST)*, DHAKA, Bangladesh, 2021.
- [13] G. E. Negara, A. A. Harnawan, S. N. Listyaputra and A. Pribadi, "Co-Jec (Counting Object) Jentik Nyamuk Aedes Aegypti menggunakan Metode Pengolahan Citra Digital," *Jurnal Fisika FLux*, vol. 1, no. 1, pp. 120-127, 2019.
- [14] D. B. M. Yuana, W. T. Sesulihatien, A. Basuki, T. Harsono, A. Alimudin and E. A. Rohmah, "Mobile sensing in aedes aegypti larva detection with biological feature extraction," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, vol. 9, no. 4, pp. 1454-1460, 2020.
- [15] M. A. M. Fuad, M. R. A. Ghani, R. Ghazali, T. A. Izzuddin, M. F. Sulaima, Z. Jano and T. Sutikno, "Detection of Aedes aegypti larvae using single shot multibox detector with transfer learning," *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics (BEEI)*, vol. 8, no. 2, pp. 514-518, 2019.